VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění a montáže

Broušení profilu zapichovacích destiček RCGS

Profile Grinding of Grooving RCGS Insert

Student: Bc. Kőller Robert
Vedoucí diplomové práce: doc. Dr. Ing. Ivan Mrkvica

Ostrava 2009

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě..... .....

podpis studenta

Prohlašuji, že

Jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.

Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).

Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB–TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.

Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.

Bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

Beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě:

……..
Bc. Kőller Robert

Adresa studenta:

Kőller Robert
Kozina 532
Štramberk 742 66

ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc.KŐLLER, Robert. Broušení profilu zapichovacích destiček RCGS
Katedra obrábění a montáže, Fakulta strojní, VŠB
Technická univerzita Ostrava, 30 stran
Vedoucí diplomové práce: doc. Dr. Ing. Ivan Mrkvica.

Předkládaná práce se zabývá broušením profilu zapichovacích destiček RCGS. Podstatou práce je vysvětlit problém, který vzniká při bezhrotém zapichovacím broušení RCGS vyměnitelné břitové destičky a snaha tento problém vyřešit nebo nastínit variantu řešení. Je to velmi složitý a dlouhý proces, který závisí na zkoušení různých variant řešení. Pro 100% vyřeší tohoto problému, jsou důležité zkušenosti a dlouholetá praxe v oboru.

Annotation of Graduation Theses

Bc.KŐLLER, Robert. Profile Grinding of Grooving RCGS Insert
Department of Machining and Assembly, Faculty of Mechanical Engineering, Technical Universiti of Ostrava, 30 pages
Supervisor: doc. Dr. Ing. Ivan Mrkvica.

The work deals with the Profile Grinding of Grooving RCGS Insert. The substance of this work is an explanation of the problem that stems at centreless in-feed grinding of RCGS Insert and the effort to solve this problem or to sketch the option of solution. It is very complex and long-lasting process that depends on testing of various solution options. The work experience and practices in this field of knowledge are very important for complet solution of this problem.

Poděkování:

Rád bych poděkoval firmě Pramet Tools, s.r.o., že mi umožnila vypracování mé diplomové práce. Dále by jsem chtěl poděkovat odbornému poradci, zaměstnanci firmy Pramet Tools, s.r.o. panu Ing. Konstantinovi Kavrentzisovi, který vedl mou odbornou praxi a dohlížel na správnost mých výkladů, za jeho rady a čas, který mi věnoval ve firmě, ale i mimo firmu. A rád bych také poděkoval panu doc. Dr. Ing. Ivanu Mrkvicovi, který mi tuto diplomovou práci zprostředkoval a také zato, že se stal mým vedoucím diplomové práce.

OBSAH

Seznam použitých symbolů a značek

ZNAČENÍ	VÝZNAM	JEDNOTKA
VBD	Vyměnitelná břitová destička	[-]
SK	Slinutý karbid	[-]
RCGS	Typ vyměnitelné břitové destičky	[-]
CNC	Počítačem řízený stroj	[-]
SPM	(Seco Production Manual), Manuál pro výrobu	[-]
Ra	Drsnost povrchu materiálu	[μm]
[mm]	Délková míra	
v_c	Rychlost otáčení	$[m \cdot min^{-1}]$
v_c	Rychlost otáčení	$[m \cdot s^{-1}]$

1 Úvod - cíl diplomové práce

Cílem mé diplomové práce bylo navrhnout nejlepší, ale také nevhodnější a nejefektivnější metodu broušení RCGS vyměnitelných břitových destiček. Navrhnout metodu broušení není tak obtížné. Nejobtížnějším procesem je zvolit pro tuto metodu brusný kotouč, podávací kotouč, orovnávací kotouč a vodící pravítko.

V dnešní době je na trhu spousta firem, které se zabývají výrobou brusných kotoučů. Každý z těchto kotoučů má jiné specifické vlastnosti (rozdílnou zrnitost, jiný druh pojiva, jinou vazbu kotouče, jinou koncentraci, jiný tvar). Proto není jednoduché vybrat správný brusný kotouč. Tento výběr musí podléhat dlouhodobým zkouškám a měřením. Z těchto výsledků vybíráme nejvhodnější brusný kotouč, který splňuje požadavky kladené na vyráběnou břitovou destičku.

Po návrhu brusného kotouče je také důležité zvolit orovnávací kotouč, který nám bude sloužit k ostření kotouče a také k vytvoření požadovaného profilu na brusný kotouč. Tyto kotouče jsou také vyráběny v mnoha variantách a musí stejně jako brusné kotouče podléhat dlouhodobým zkouškám.

Dalším důležitým požadavkem je vhodná volba podávacího kotouče. Pro brusný a podávací kotouč je důležité nalézt optimální řezné podmínky, aby tyto dva kotouče fungovaly ve vzájemném souladu a vytvořily optimální podmínky pro dosažení požadované přesnosti a kvality povrchu vyráběné břitové destičky.

Z výše uvedeného vyplývá, že nejvhodnější metodou je bezhroté zapichovací broušení. Dalším důležitým konstrukčním prvkem této metody broušení je opěrné pravítko, jehož profil musí být totožný s profilem vyráběné břitové destičky.

Tyto prvky nejvíce ovlivňují kvalitu RCGS destiček. V předkládané práci se tímto problémem zabývám a snažím o nalezení nejlepší varianty.

2 Firma Pramet Tools s.r.o.

2.1 Historie firmy

Firma Pramet Tools započala svou výrobu nástrojů ze slinutých karbidů ve 30.letech minulého století. Tyto nástroje ze slinutých karbidů se začaly používat jako řezné materiály v obrábění. Do roku 1951 tato společnost sídlila v Kladně. Po tomto roce svou výrobu přemístila do Šumperka, kde byla vybudována nová moderní hala, ve které se vyrábí nástroje s vyměnitelnými břitovými destičkami ze slinutých karbidů. Břitové destičky se vyrábějí v desítkách materiálových variantách. Firma má dlouholetou tradici. Díky těmto dlouhodobým zkušenostem ve výrobě, výzkumu vývoji se firma dostala na přední pozice na českém i zahraničním trhu ve výrobě břitových destiček ze slinutého karbidu [1].

Obr. 2.1 Historie firmy [1].

2.2 Současnost firmy

Od roku 1999 započala nová etapa společnosti Pramet Tools. Došlo k propojení s finančně silným partnerem, který zaujímá přední světovou pozici mezi výrobci obráběcích nástrojů osazených slinutým karbidem. Tímto silným partnerem se stala společnost Seco se sídlem ve Švédsku. Je zakladatelem výroby řezných nástrojů a své produkty doručuje do obráběcího průmyslu do více než 30-ti zemí světa. Jde především o nástroje k frézování, soustružení a vrtání. Společnost navýšila své základní jmění na 250 mil. Kč a získané prostředky byly použity na nákup aktiv [1].

Následně v dalším období proběhly investice již z vlastních zdrojů. Byly pořízeny nové technologie pro moderní výrobu vyměnitelných břitových destiček (VBD), došlo k přestěhování obchodního oddělení a části výroby do obnovených prostor, rozšířily se výzkumné a vývojové aktivity, proběhly optimalizace informačních systémů a reorganizační změny, vzniklo nové oddělení logistiky a také došlo k posílení technického servisu a poradenství zákazníkům. V neposlední řadě byla rozšířena síť poboček – byly založeny pobočky v Polsku a Itálii [1].

Obr. 2.2 Současnost firmy [1].

2.3 Výzkum a vývoj

Od roku 2000 společnost Pramet Tools díky vlastnímu vývoji a výzkumu prakticky kompletně inovovala výrobní sortiment nástrojů pro třískové obrábění, a to jak po stránce materiálové, tak po stránce nových tvarů a geometrií nástrojů, stejnou inovací prošly i materiály pro tvářecí a lisovací nářadí ze slinutých karbidů.

Nový sortiment tak dnes plně odpovídá požadavkům moderních technologických postupů obrábění a ve srovnání s původním sortimentem je zde nárůst výkonnosti o mnoho desítek procent [1].

Obr. 2.3 Výzkum a vývoj [1].

2.4 Logistika a obchod

Zavádění logistických systémů, komplexní reorganizace dopravy a řízení skladů umožnilo plnit požadavky zákazníků na dodávky zboží v nejkratší možné době. Firma je schopna dodat skladový sortiment do 24 hodin v tuzemsku, resp.do 48 hodin v zahraničí, kde má své pobočky.

Společnost Pramet Tools prodává v tuzemsku své výrobky prostřednictvím vlastních regionálních prodejců, kteří poskytují současně technický servis a administrativního oddělení prodeje. Dále prodává své výrobky v ČR prostřednictvím smluvních distributorů.

Zahraničním zákazníkům na Slovensku, do Polska, Německa a Itálie dodává společnost Pramet Tools své výrobky prostřednictvím poboček, do dalších zemí dodává své výrobky exportním oddělením prodeje nebo prostřednictvím smluvních prodejců [1].

Obr. 2.4 Logistika a obchod [1].

2.5 Sídlo firmy

Adresa:

Pramet Tools, s.r.o.

Uničovská 2

Šumperk 787 53

Czech Republic

Kontakty:

Tel: + 420 / 583 381 111

Fax: + 420 / 583 215 401

E – mail: pramet.info.cz@pramet.com

Web: www.pramet.com

Obr.2.5 Umístění firmy [1].

2.6 Výrobky firmy Pramet Tools, s.r.o.

SOUSTRUŽENÍ

Vyměnitelné břitové destičky pro soustružení

Soustružnické nástroje s vyměnitelnými břitovými destičkami

- Soustružnické nože a stavitelné držáky ISO C - vnější a vnitřní
- Soustružnické nože ISO M- vnější a vnitřní
- Soustružnické nože ISO P- vnější a vnitřní, karuselové a stavitelné hlavice
- Soustružnické nože a stavitelné držáky ISO S- vnější a vnitřní
- Nástroje pro upichování a zapichování
- Nástroje pro soustružení závitů

FRÉZOVÁNÍ A VRTÁNÍ

Vyměnitelné břitové destičky pro frézování a vrtání

Frézovací nástroje a vrtáky s vyměnitelnými břitovými destičkami

- Rovinné frézy
- Stopkové frézy
- Kopírovací frézy
- Válcové frézy
- Kotoučové frézy
- Vrtáky
- Upínače rotačních nástrojů

TVÁŘENÍ

- Těsnící kroužky a pouzdra
- Tažírenské a tvářecí nářadí
- Nářadí pro obalovou techniku
- Nářadí pro válcování za studena i tepla
- Ostatní nářadí a konstrukční díly s vysokou otěruvzdorností
- Polotovary ze SK pro tvářecí nářadí a konstrukční díly strojů a zařízení

POLOTOVARY

Vyměnitelné břitové destičky pro připájení

Polotovary pro tažírenské nářadí a pro ostatní použití

3 RCGS břitová destička

3.1 Význam a použití

Břitová destička z SK se označuje zkratkou RCGS. Tato zkratka funguje jako kódovací klíč, který slouží k objednávání vyměnitelných břitových destiček ze slinutého karbidu.

Význam zkratky:

R – Tvar břitové destičky

C – Úhel hřbetu břitu, $\sphericalangle = 7°$

G – Tolerance průměru $\pm 0{,}025$mm

S – Provedení destičky

Břitová destička RCGS má kruhovitý tvar a používá se v soustružení. Specifická operace pro RCGS destičky v oblasti soustružení je upichování nebo zapichování. Současně jde touto VBD, vzhledem k jejímu tvaru, zápichy rozjíždět i do větších rozměrů. Lze použít pro vyšší řezné rychlosti a pro materiály, které je možné obrábět slinutým karbidem.

3.2 Typy RCGS břitových destiček

RCGS břitové destičky se vyrábějí ve dvou variantách utvářeče třísky a čtyřech velikostech.

Tab. 3.1 Typy RCGS břitových destiček

Označení destiček	Průměry destiček
RCGS 1,5	$\varnothing 4,76$ mm
RCGS 2	$\varnothing 6,35$ mm
RCGS 3	$\varnothing 9,525$ mm
RCGS 4	$\varnothing 12,7$ mm

Provedení RCGS břitové destičky je ve dvou provedení utvářeče třísky. První typ utvářeče na destičce je označován jako **Utvářeč PS** a druhý typ je označován jako **Utvářeč 46** (viz obr. 3.1). Oba tyto utvářeče slouží k utváření třísky během procesu obrábění, k dobré lámavosti třísky, aby tříska nebyla dlouhá, nenamotávala se a neporušila místo řezu, kde vzniká největší tření a také největší teploty. Proto jsou tyto utvářeče navrhnuty tak, aby teplo vzniklé v důsledku tření bylo odváděno třískou a v místě řezu teplota zůstala co nejmenší.

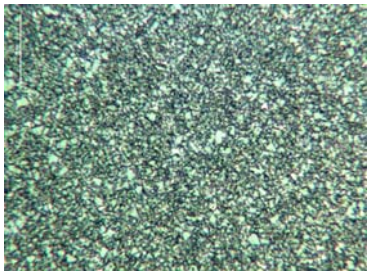
*Obr.3.1 vlevo **Utvářeč PS**, vpravo **Utvářeč 46***

3.2.1 Materiály pro RCGS břitové destičky

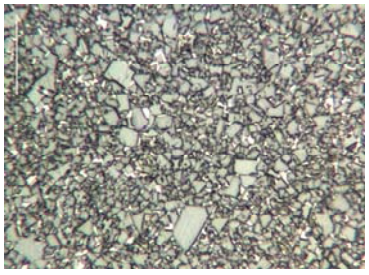
Označení materiálu je kombinací materiálu a povlaku.

1. 890 – **263 –** jemnozrnný materiál
2. 883 – **029 –** středozrnný materiál
3. 370 – **027 –** středozrnný materiál s karbidem

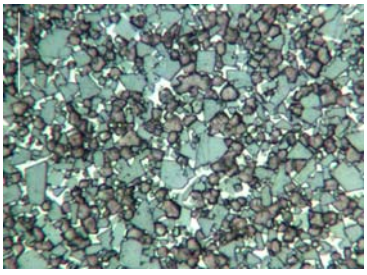
Struktury materiálu:



Materiál 263



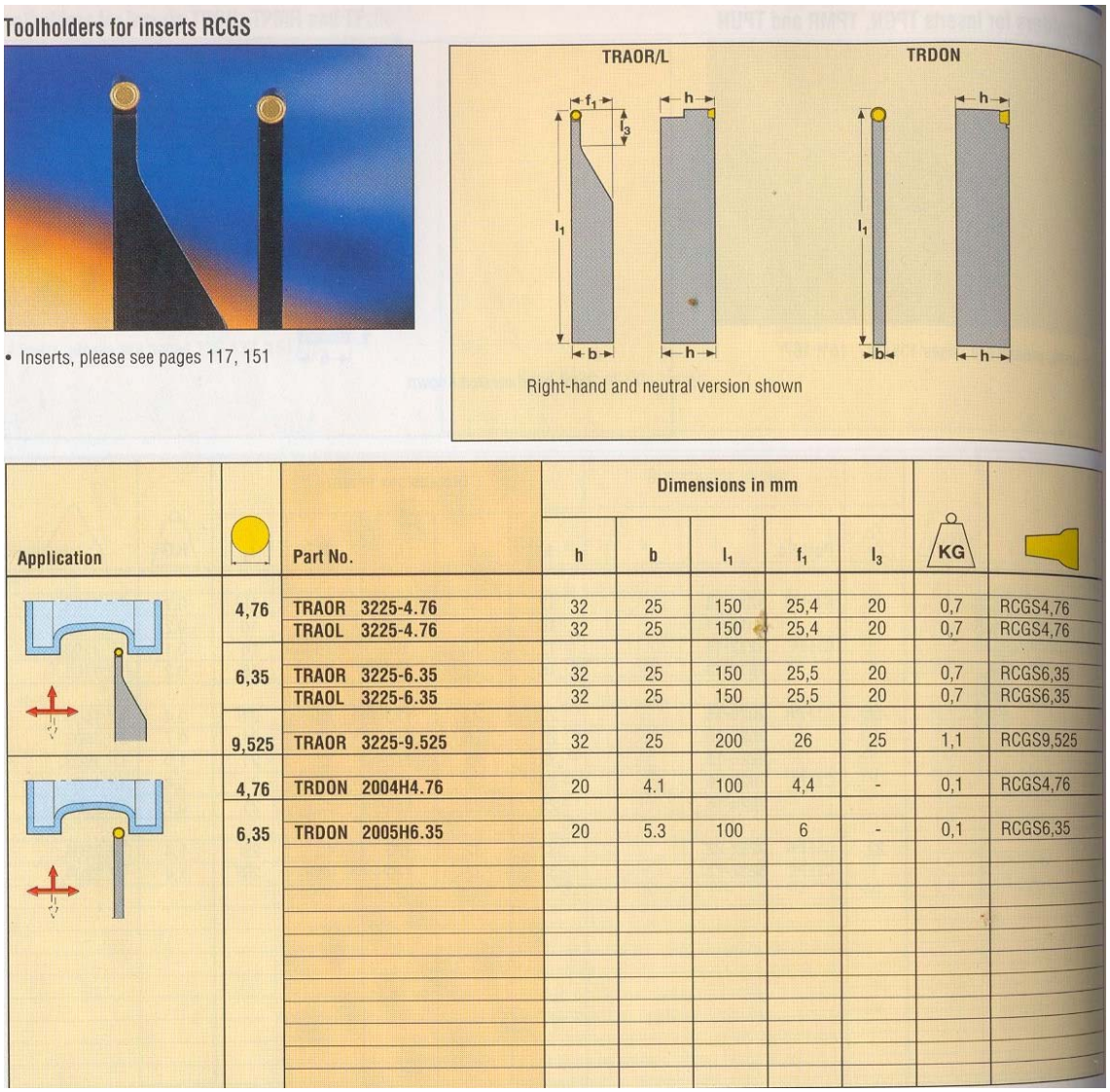
Materiál 029



Materiál 027

3.2.2 Držák pro RCGS destičky

RCGS břitové destičky jsou v tomto držáku upevněny samosvorně díky své kuželové stopce. Pro každý typ RCGS destičky odpovídá i typ držáku podle velikosti destičky a jejího upevňovacího kužele.



Application		Part No.	Dimensions in mm h	b	l_1	f_1	l_3	KG	
	4,76	TRAOR 3225-4.76	32	25	150	25,4	20	0,7	RCGS4,76
		TRAOL 3225-4.76	32	25	150	25,4	20	0,7	RCGS4,76
	6,35	TRAOR 3225-6.35	32	25	150	25,5	20	0,7	RCGS6,35
		TRAOL 3225-6.35	32	25	150	25,5	20	0,7	RCGS6,35
	9,525	TRAOR 3225-9.525	32	25	200	26	25	1,1	RCGS9,525
	4,76	TRDON 2004H4.76	20	4.1	100	4,4	-	0,1	RCGS4,76
	6,35	TRDON 2005H6.35	20	5.3	100	6	-	0,1	RCGS6,35

Obr. 3.2 Schéma držáku pro RCGS břitové destičky

3.3 Výroba RCGS břitové destičky

Tab. 3.2 Postup výroby

	Proces výroby	Typ stroje
1.	Prášek	Dodavatel
2.	Lisování	Lis TPA-6 až 50
3.	Slinování	Sinterhip, DMK 240
4.	Pískování	Rösler
5.	Broušení	Agathon 150 SL 30 CNC
6.	Rektifikace	Simijet – Husqvarna
7.	Mytí	Ultrazvuková myčka Finn Sonic
8.	Kontrola a balení	Balicí stroj

3.3.1 Prášek

Prášek slinutého karbidu, ze kterého je vyrobena RCGS vyměnitelná břitová destička je přijímán od zahraničního dodavatele. Prášek je složen z několika druhů karbidů a kovového pojiva. Používá se karbid titanu TiC – pro zvýšení otěruvzdornosti, karbid tantalu TaC, karbid niobu NbC pro zvýšení houževnatosti, větší pevnosti a pro změnu hustoty prášku a dále je v tomto prášku obsažen polyethylenglykol PEG (asi 2%), ten zabezpečuje, aby se VBD mohla lisovat. Je to v podstatě bílý vosk, který se při spékání vypaří a jeho funkci přebírá kobalt, který se rozteče mezi zrna karbidu. Tyto karbidy a pojivo musí být pečlivě vybírány a kontrolovány, aby kvalita řezné destičky byla vyhovující. Nejpoužívanější surovinou pro výrobu prášku slinutého karbidu je koncentrát wolframové rudy a nejčastější používané pojivo je kobalt. Před zahájení výroby musí prášek projít důkladným rozborem a analýzou zjištění všech složek, které jsou obsaženy v prášku. Pokud je rozborem prášek shledán jako vyhovující z hlediska struktury, může tento prášek vstoupit do výroby.

3.3.2 Lisování

Lisování prášku slinutého karbidu se provádí na lisech TPA – 6 až 50. Z prášku se lisují břitové destičky pomocí nástroje, který tvoří horní a spodní razník a připravené formy neboli matrice. U tohoto lisovacího stroje jsou vždy připraveny dva nástroje pro zajištění plynulosti výroby. RCGS břitové destičky se vyrábějí ve čtyřech velikostech, proto pro každou tuto velikost musí být samostatná matrice a samostatný nástroj podle velikosti břitové destičky. Lisovací tlak dosahuje až 50 – ti tun. Velikost tlaku je určená velikostí břitové destičky. Ve výlisku vzniká v celém objemu destičky porezita. Tato porezita se při procesu slinování odstraní. Strukturu břitové destičky lze přirovnat ke struktuře křídy (jemná, drtí se). Při lisování se snažíme docílit souměrné vnitřní struktury. Těchto břitových destiček je zakázáno se dotýkat, neboť by se porušila vnější struktura a výlisek by se stal zmetkem. Proto se provádí ruční odebírání s pomocí pinzety na připravenou desku. Následuje další proces výroby.

3.3.3 Slinování

Slinování vylisovaného polotovaru se provádí v zapékací peci. Tyto polotovary se zapékají při teplotě 1380°C až 1500°C po dobu 24 hodin. Zapékání se provádí ve vodíkovém prostředí nebo ve vakuu. Do pece se vkládají polotovary, které jsou porézní. Teplota, která vzniká v procesu slinování tyto póry uzavře a složky obsažené v lisovaném prášku se pevně spojí. Tímto procesem se změní vnitřní struktura a vznikne tvrdý a odolný materiál. Tyto břitové destičky se v procesu slinování smrští o 21% až 23% z celkového objemu. Aby se docílilo správné struktury materiálu, musíme dodržet správnou teplotu a čas procesu slinování.

3.3.4 Pískování

Dalším procesem výroby je pískování. Pískuje se pískem. Jde o suché pískování. Nosné médium pro písek je vzduch. Velikost zrna písku je udávána velikostí síta 100μm. Při procesu lisování vzniká na čele RCGS břitové destičky přelisek (otřep). Z tohoto důvodu se břitové destičky pískují pouze na čele destičky. Pískování se také provádí za účelem odstranění přebytečného kobaltu. Tloušťka vrstvy vycezeného kobaltu je 1μm. Odstranění kobaltu je důležité pro povlakování břitové destičky, neboť na kobalt se povlak nechytá.

3.3.5 Broušení

Ve firmě Pramet Tools, s.r.o. se broušení RCGS břitových destiček provádí na bezhroté brusce *Agathon 150 SL 30 CNC* bezhrotým zapichovacím broušením. Brousí se celý profil na břitové destičce. Je zapotřebí podávacího kotouče, opěrného pravítka a brusného kotouče orovnaného na profil břitové destičky. Více se tímhle bodem budu zabývat v páté kapitole.

3.3.6 Rektifikace

Rektifikace, neboli zaoblení řezné hrany se provádí pomocí kartáčů, které mají nylonové vlákno a karbidy křemíku SiC. Destičky jsou upevněny ve speciálním držáku. V držáku se břitové destičky otáčejí a tím je zajištěna rovnoměrnost zaoblení hrany pomocí těchto kartáčů. Zaoblení se provádí od 15μm do 25μm.

3.3.7 Mytí

Provádí se v ultrazvukové myčce Finn Sonic. K mytí břitových destiček se používají dva druhy roztoků. Kyselý roztok a zásaditý roztok. Destičky jsou uloženy na podložce v připravených stojanech. Ultrazvuková mycí linka se dělí do 6 částí, kterými břitové destičky probíhají (viz tab. 3.3). Celý tento proces je prováděn v souladu z životním prostředím. Po dokončení mytí se destičky musí vysušit. Sušení probíhá horkým vzduchem.

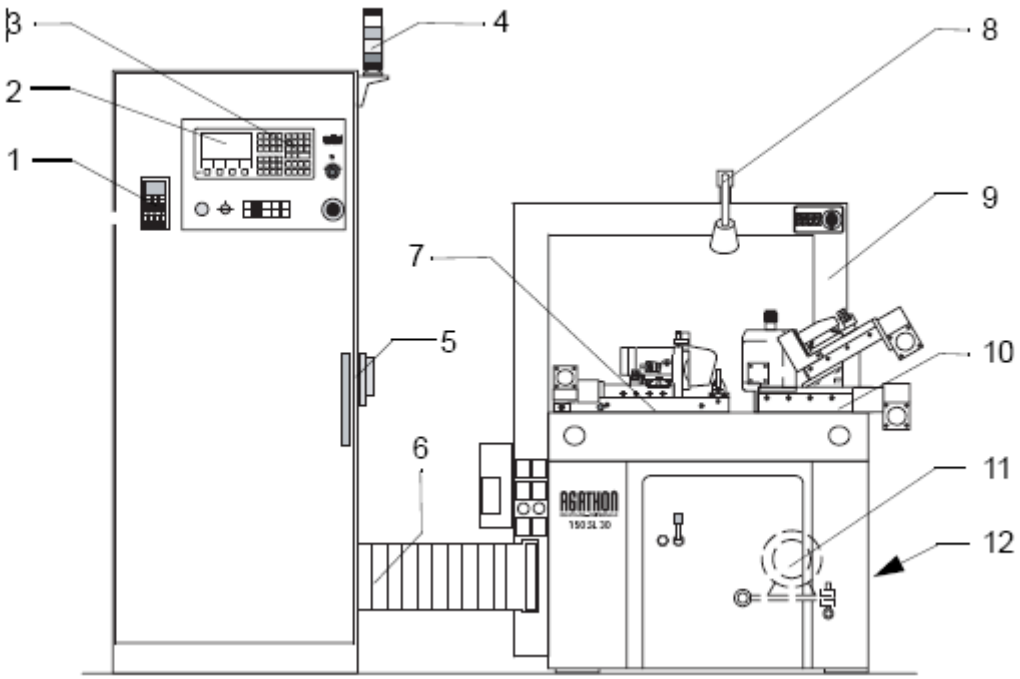
Tab. 3.3 Schéma ultrazvukové mycí linky

TANK 1	TANK 2	TANK 3	TANK 4	TANK 5	TANK 6
Pitná voda pH asi 13	Pitná voda pH asi 11	Deminera-lizovaná voda III. stupně	Pitná voda pH asi 2	Deminera-lizovaná voda II. stupně	Deminera-lizovaná voda I. stupně pH ≤ 7

3.3.8 Kontrola a balení

Kontrola destiček je nezbytnou součástí v celém technologickém postupu. Musí se kontrolovat každá břitová destička, která prošla výrobním procesem a je nachystána k balení a prodeji. Tuto kontrolu obstarává výstupní kontrola, která musí být 100%. Využívá se Mantis lupa, která má 10 – ti až 15 – ti násobné zvětšení. Na destičkách se kontrolují defekty, vydroleniny a skvrny, které vzniknou při výrobě břitové destičky. Po této kontrole jsou břitové destičky nachystány k převozu do firmy SECO, sídlící ve Švédsku, kde některé z destiček se ještě dále upravují povlakem. Tyto povlaky se provádějí především sloučeninou titanu, pro lepší tepelnou odolnost, pro použití vyšších řezných i posuvových rychlostí, pro větší trvanlivost a pro celkový větší řezný výkon břitové destičky. Poté se břitové destičky balí do připravených plastových krabiček. Dále jsou destičky připraveny k vývozu a prodeji.

4 Bezhrotá bruska Agathon 150 SL 30 CNC



Obr.4.1 Bezhrotá bruska Agathon 150 SL 30 CNC

1. Měnič kmitočtu
2. Paměťově programovatelné řízení
3. Ovládací panel
4. Signální lampa
5. Hlavní vypínač
6. Kabelový kanál
7. Saně podávacího kotouče
8. Osvětlení stroje
9. Kabelový kanál
10. Saně brusného kotouče
11. Poháněcí motor brusného kotouče (řemenový převod)
12. Hydropneumatické zařízení se nachází v pneumatickém rozvodu na zadní straně podstavce

4.1 Použití stroje

Na stroji Agathon 150 SL 30 CNC lze průchozím nebo zapichovacím broušením brousit obrobky v rozmezí 0,1 – 12mm. Při zapichovacím broušení činí broušená délka max. 50mm.

Stroj je standardně vybaven měničem kmitočtu, prostřednictvím něhož lze přepínačem klíče volit obvodové rychlosti ($35 m \cdot s^{-1}$, $50 m \cdot s^{-1}$, $63 m \cdot s^{-1}$). Používaný brusný kotouč musí být pro zvolenou obvodovou rychlost povolen. Obvodová rychlost kotouče je udržována konstantní i při zmenšujícím se obvodu kotouče.

Stroj lze individuálně vybavit zakládacími a vykládacími zařízeními [2].

4.2 Technická data stroje

Tab. 4.1 Technické parametry stroje

Výkony	Motor brusného kotouče	2,2 [kw]
	Motor podávacího kotouče	0,9 [kw]
	Motor čerpadla chladícího zařízení	0,2 [kw]
	Motor čerpadla chladícího zařízení TS 21	0,63 [kw]
Pracovní oblasti	Průměr obrobku	0,1 - 10 [mm]
	Maximální broušená délka při zapichovacím broušení	50 [mm]
	Nejmenší posun saní podávacího kotouče	0,001 [mm]
Rozměry kotouče	Průměr brusného kotouče	200 [mm]
	Průměr otvoru	50 [mm]
	Šířka brusného kotouče	50 [mm]
	Průměr podávacího kotouče	100 [mm]
	Průměr otvoru	40 [mm]
	Šířka podávacího kotouče	50 [mm]

Obvodové rychlosti	Brusné kotouče s diamantů dané výrobcem	30 [m·s^{-1}]
	Brusné kotouče s karbidu křemíku, korundu a CBN	50 [m·s^{-1}]
	Brusné kotouče s karbidu křemíku, korundu a CBN	63 [m·s^{-1}]
	Podávací kotouč, plynule	6 - 94 [m·min^{-1}]
	Podávací kotouč, orovnávání	143 [m·min^{-1}]
Otáčky vřetene	Otáčky brusného kotouče	Max.8000 [min^{-1}]
	Vřeteno podávacího kotouče, plynule	0 – 300 [min^{-1}]
	Vřeteno podávacího kotouče, během orovnávání	428 [min^{-1}]
Rozměry	Šířka, hloubka, výška stroje	1500x740x1460 [mm]
	Šířka, hloubka, výška řídící skříně	850x620x2150 [mm]
	Šířka, hloubka, výška čistícího chladícího zařízení	950x630x700 [mm]
Hmotnost	Stroj	750 [kg]
	Řízení	180 [kg]
	Čistící zařízení	100 [kg]

Obr.4.2 3D model stroje Agathon 150 SL 30 CNC [2].

5 Praktická část diplomové práce

5.1 Požadavky na kvalitu hotového výrobku a měřící metody

Kvalita hotového výrobku tzn. RCGS vyměnitelné břitové destičky je dána požadavkem zákazníka a je uvedena na výkrese. Každá břitová destička, která projde výrobním procesem se musí důkladně změřit, čili kontrola musí být 100%. K tomu nám slouží měřící přístroje, které nám měřením zajistí správnou kvalitu výrobku.

RCGS břitové destičky také spadají do kvalitativních norem mateřské společnosti SECO. Tyto normy jsou označeny SPM (*Seco Production Manual*), což znamená návod pro výrobu břitové destičky. V těchto postupech jsou uvedeny měřící přístroje, postupy pro měření destiček, obrázkové technologické postupy výroby RCGS břitových destiček, výkres. Dále podle těchto norem musí výrobek splňovat požadavky, např. vzhled nebo limit pro vydrolení.

Tab. 5.1 Tabulka pro kvalitativní normy

English

PRODUCT SHEET TURNING INSERTS

Edge damages

Note. Dimensions in mm (dimensions in inch within brackets).

Insert type		Application code	
	ISO-code (ANSI-code)	Fine	Medium
	CNGG (CNGP) DNGM RCGS TPGN VNGM VCGR xNGG VPGX	-MF1 (-24) -MR3 (-38) -M1 xxxxxF -E10	-PS -46
Table for edge damages for nose radii	<=0.4 (.016) >=0.8 (.032)	1 2	2
AQL-tabell see		3-0	3-1

Table for edge damages A- and B-zone

Max allowed size in L, b and t

Length of cutting edge (Diameter of insert)	1		2	
	A	B	A	B
All	0.05 (.002)	0.10 (.004)	0.07 (.003)	0.10 (.004)

V této tabulce jsou popsány tolerance vyštípání, pro všechny typy RCGS břitových destiček. V horní tabulce jsou uvedeny druhy VBD a druhy utvářeče třísky. Ve spodní tabulce jsou uvedeny tolerance vyštípání v jednotlivých zónách. RCGS VBD má pouze zónu A. Příklad pro RCGS destičky je zvýrazněn oranžovou barvou.

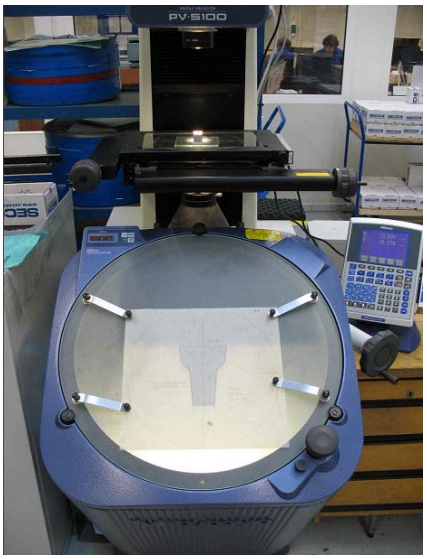
5.1.1 Přístroje na měření RCGS břitových destiček

Profilprojektor

- používá se pro měření tvaru a profilu břitové destičky
- požívá se metoda stínového obrazu
- 10 – ti až 20 – ti násobné zvětšení
- je zde použita šablona a průsvitka
- zjišťujeme velikost přídavku na břitové destičce a také je-li přídavek na celém profilu stejný nebo rozdílný

Postup měření:

Pod okulár vložíme RCGS břitovou destičku, která se nám znázorní na projektoru. Destička pod okulárem je uchycena pomocí magnetu za čelo břitové destičky. Destičku s magnetem ustavíme tak, aby čelo destičky bylo vodorovné s horizontální ryskou pomocného kříže na projektové desce. Poté se přiloží na desku šablona. Profil šablony posuneme na okraj profilu destičky v místě, kde chceme určit velikost přídavku a vyhodnotíme výsledek. Výsledek se nám znázorní na displeji (viz obr. 5.1).



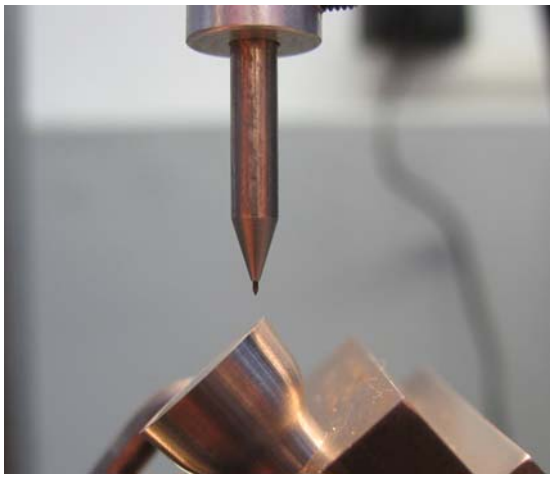
Obr.5.1 Profilprojektor

Perthometer

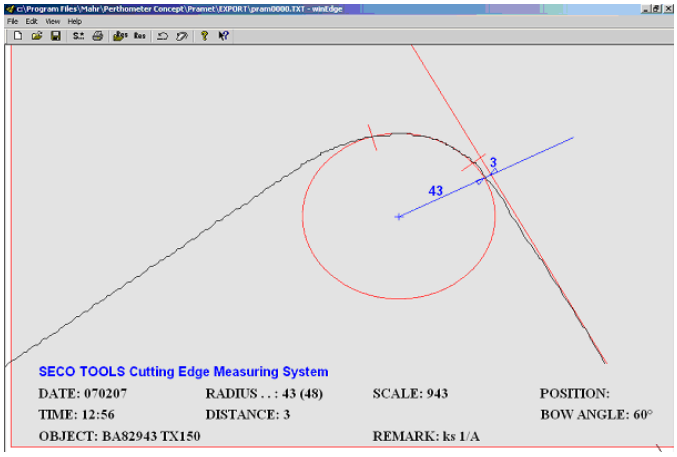
- používá se pro měření defektu na hřbetu břitové destičky z důvodu změny profilu brusného kotouče
- používá se také na měření zaoblení na destičce
- měřící přístroj MAHR

Postup měření:

RCGS břitovou destičku vložíme do držáku (viz obr. 5.2) a najedeme měřícím hrotem asi 1mm na čelo břitové destičky a začneme měřit. Samotné měření se provede tak, že měřící hrot se posouvá po čele destičky a pokračuje přes řeznou hranu na hřbet břitové destičky. Tyto výsledky se vyhodnotí na monitoru Perthometru (viz obr. 5.3), kde dále zjišťujeme velikost defektu vzniklého na hřbetu břitové destičky. Zjistí se velikost defektu, která by neměla přesahovat 25μm. Do této hranice se břitové destičky mohou upravit (rektifikovat) bez dalších defektů. Větší hodnota než je uvedena znamená, že brusný kotouč nemá požadovaný profil a destička je zmetek.



Obr. 5.2 Měřící hrot Perthometru



Obr. 5.3 Ukázka zobrazení profilu na monitoru

Drsnoměr

- měření drsnosti povrchu RCGS břitové destičky

Drsnost povrchu pro RCGS destičky podle výkresu musí být Ra=0,5µm. Z informací, které jsem získal podniku se tato metoda měření nemusí provádět, neboť je v praxi vyzkoušeno, že drsnost povrchu, na destičce, po operaci broušení je vždy vyhovující z výkresovou dokumentací.

Mikroskop

- používá se pro měření oštípání, na měření defektu na řezné hraně břitové destičky
- měří se šířka vydrolenin
- vizuální metoda
- používá se mono nebo stereomikroskop
- 30 – ti až 40 – ti násobné zvětšení
- pozorují se také skvrny, vzniklé na čele břitové destičky

Postup měření:

Do speciálního držáku pro všechny typy RCGS destiček vložíme břitovou destičku, tak abychom pod mikroskopem viděli čelo destičky. Poté provedeme vizuální kontrolu, zda čelo nebo řezná hrana destičky nejsou nějak poškozeny.

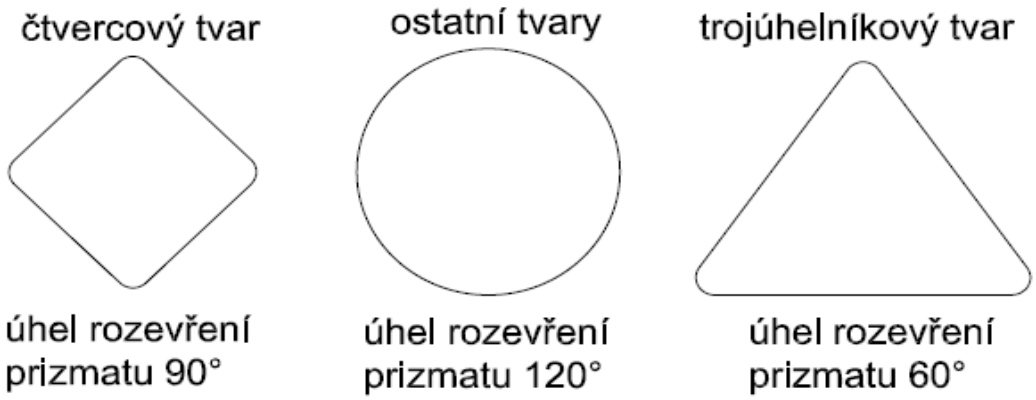
Obr. 5.4 Mikroskop s držákem na RCGS destičky

Číselníkový úchylkoměr

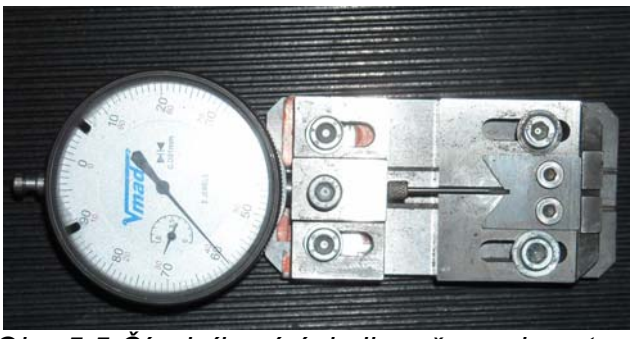
- používá se na měření kruhovitosti břitové destičky
- použití prizmatu

Postup měření:

Nejprve vizuálně určíme předpokládanou kruhovitost břitové destičky. Poté destičku podle našeho předpokladu vložíme do magnetického prizmatu. Tyto prizmata jsou rozdělena podle úhlů rozevření prizmatu a to: $\sphericalangle 60°$, $\sphericalangle 90°$, $\sphericalangle 120°$. Podle naší předpokládané kontroly vložíme do prizmatu s úhlem $\sphericalangle 60°$ destičku, která má předpokládaný trojúhelníkový tvar, do prizmatu s úhlem $\sphericalangle 90°$ destičku, která má předpokládaný čtvercový tvar a do prizmatu s úhlem $\sphericalangle 120°$ destičku z ostatními předpokládanými tvary. Poté nastavíme úchylkoměr a změříme danou kruhovitost břitové destičky. Výsledky měření zapíšeme a určíme zda břitová destička vyhovuje.



Obr. 5.2 Předpokládané tvary pro uložení do prizmatu



Obr. 5.5 Číselníkový úchylkoměr s prizmatem

Passametr

- používá se na měření průměru řezných destiček
- nastavuje se pomocí kalibru nebo koncových měrek

Postup měření

Passametr nastavíme pomocí kalibru nebo koncových měrek. Velikost kalibru nebo koncových měrek závisí na průměru břitové destičky. Tolerance průměru destičky je ±0,025mm. Po nastavení Passametru vkládáme mezi čelisti měřidla břitové destičky a na číselníkovém úchylkoměru zjišťujeme odchylky průměru vyměnitelné břitové destičky RCGS. Tolerance průměru destičky je 0,25mm. Pokud je průměr destičky v dané toleranci, můžeme pokračovat v procesu broušení.

Obr. 5.6 Passametr

5.2 Volba vhodné technologie broušení

Při návrhu technologického postupu výroby RCGS břitových destiček se uvažovalo nad vhodnou technologií broušení. Vzhledem k velikostem, tvaru a způsobu jakým by se dala destička upnout na stroji byla navrhnuta metoda bezhrotého broušení. Tato metoda je rozdělena do dvou metod broušení:

1. Průchozí broušení

Tato metoda broušení se používá především při broušení dlouhých tenkých tyčí stejného průměru. Efektivní metoda bezhrotého broušení.

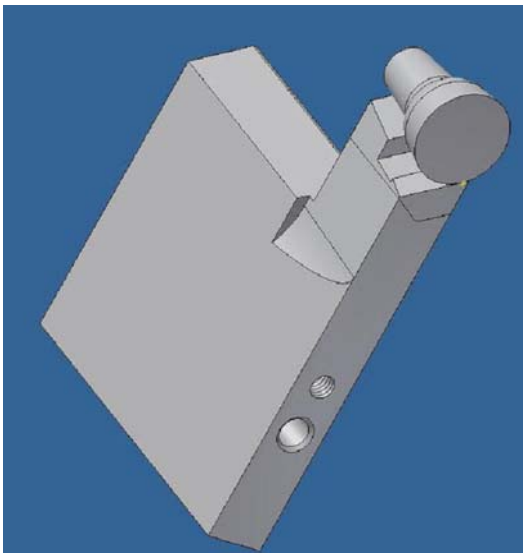
2. Zapichovací broušení

Tato metoda broušení se používá především na broušení krátkých válcových součástek. Tyto obrobky mohou mít i více osazení a proto je varianta bezhrotého zapichovacího broušení, nejlepší možnou metodou broušení RCGS břitových destiček.

Obr.5.7 Ukázka bezhrotého zapichovacího broušení RCGS destičky

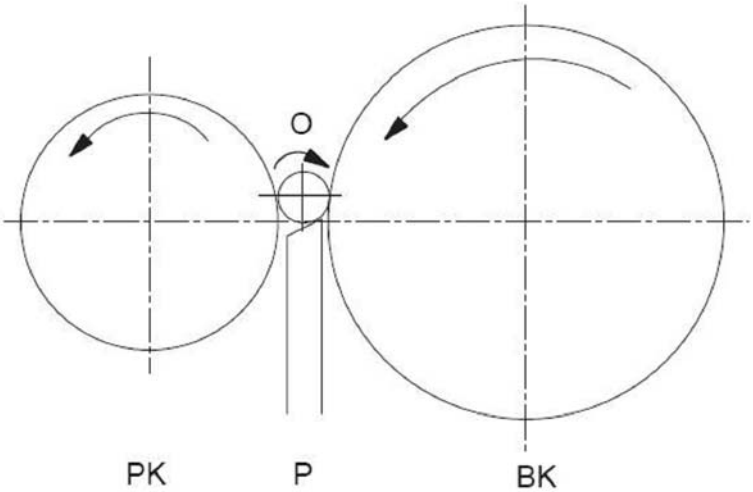
Princip zapichovacího broušení

Při této metodě vykazuje brusný kotouč, podávací kotouč a opěrné pravítko negativní profil obrobku. Pro naší břitovou destičku se používá stroj Agathon 150 SL 30 CNC, který je popsán v kapitole 4. Břitová RCGS destička je do stroje vkládána pomocí integrovaného portálového zakládače. Tento zakládač položí břitovou destičku mezi podávací a brusný kotouč na speciálně upravené opěrné pravítko, (viz obr. 5.8).



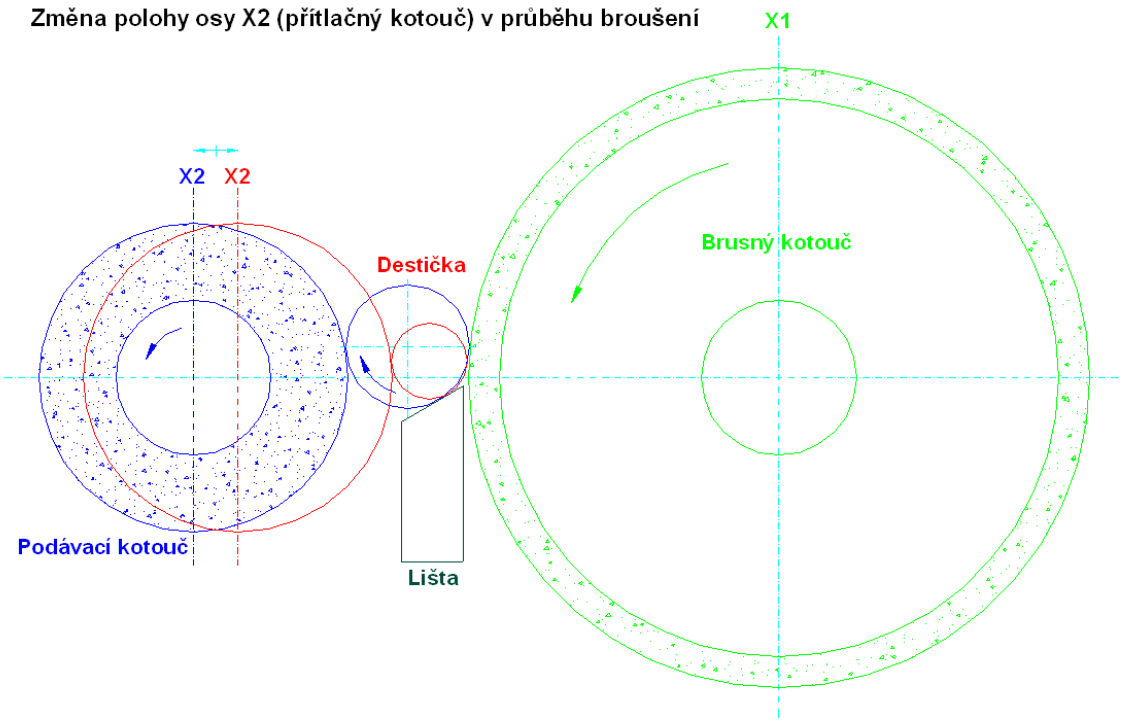
Obr. 5.8 Opěrné pravítko pro RCGS břitové destičky

Brusný a podávací kotouč se otáčejí ve stejném směru, obrobek se otáčí ve směru opačném (viz obr. 5.9).



Obr. 5.9 Směry otáčení (PK-podávací kotouč, BK-brusný kotouč,
O-obrobek, P-pravítko)

Těmito pohyby je destička stále přitlačována na opěrné pravítko. Pomocí podávacího kotouče se destička otáčí a přibližuje k brusnému kotouči, který začíná tuto destičku brousit. Brusný kotouč se při procesu broušení otáčí 60 $m \cdot s^{-1}$ a musí být vybroušen podle profilu břitové destičky. Podávací kotouč koná přímočarý vratný pohyb a otáčí se rychlostí 30 až 60$m \cdot min^{-1}$. Opěrné pravítko musí být na stroji uloženo tak, aby osa obrobku byla nad osou otáčení podávacího a brusného kotouče. Tyto osy v procesu broušení jsou znázorněny (viz obr. 5.10).



Obr.5.10 Poloha osy obrobku vůči brusnému a podávacímu kotouči

5.3 Volba vhodného brusného kotouče

Dalším cílem mé diplomové práce je volba vhodného brusného kotouče pro broušení profilu vyměnitelných RCGS břitových destiček. Jak jsem již zmiňoval RCGS destičky se vyrábějí ve čtyřech velikostech. Pro každou tuto velikost destičky odpovídá i velikost (šířka) brusného kotouče.

Tab. 5.2 Velikosti brusných kotoučů v závislosti na velikosti RCGS destiček

Označení břitové destičky	Šířka brusného kotouče
RCGS 1,5	10 mm
RCGS 2	13 mm
RCGS 3	17 mm
RCGS 4	20 mm

Pro broušení RCGS destiček se používají brusné diamantové kotouče. Tyto kotouče jsou vyráběny uměle z uhlíku pomocí vysokých tlaků a teplot. Díky umělé výrobě těchto kotoučů se mohou diamantové kotouče vyrábět s odlišnými vlastnostmi. Např. (použití různých druhů pojiva). Podle tohoto pojiva se kotouče rozdělují dle vazby na:

Keramickou vazbu – používá se na broušení kalených ocelí
– orovnává se diamantovým kotoučem

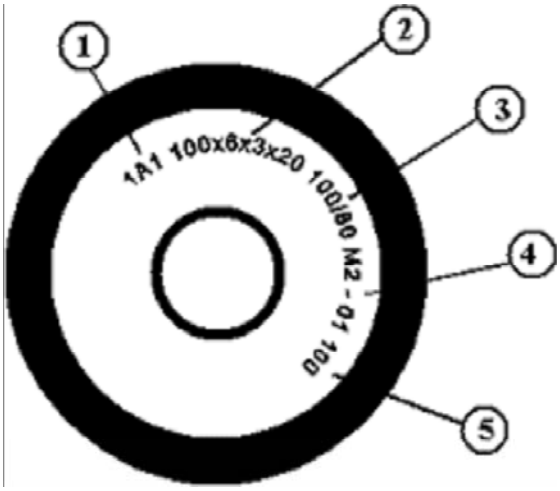
Kovovou vazbu – používá se na broušení součástí, u kterých musí být zajištěna vysoká životnost tvarů
– orovnávají se vyjiskřováním

Galvanickou vazbu – používá se pro dokončovací broušení
– kotouč se máčí do roztoku

Pryskyřicovou vazbu – používá se pro klasické broušení
– orovnává se kotoučem s karbidu křemíku SiC

Označení brusných kotoučů

1A1 100x6x3x20 100/BO M2 – 01 100



Obr. 5.11 příklad značení brusných kotoučů [3]

1. tvar brusného kotouče
2. rozměry brusného kotouče, 100 – průměr kotouče [mm], 6 – šířka [mm], 3 výška brusné vrstvy [mm], 20 – průměr díry pro upnutí kotouče [mm]
3. zrnitost
4. vazby
5. koncentrace

Ve firmě jsem otestoval mnoho brusných kotoučů na broušení RCGS břitových destiček. Vybrat vhodný brusný kotouč nebylo jednoduché. Testované kotouče měly různé parametry a vlastnosti. Princip testování všech brusných kotoučů byl stejný. Kotouč se upevnil do stroje a přichystal se k broušení. Pro každý nově testovaný kotouč byly nastaveny stejné parametry broušení:

- rychlost brusného kotouče při broušení $40 m \cdot s^{-1}$
- rychlost brusného kotouče při orovnávání $20 m \cdot s^{-1}$
- rychlost orovnávacího kotouče 0.6 x $20 m \cdot s^{-1}$
- rychlost přítlačného kotouče $30 m \cdot min^{-1}$
- tloušťka odebírané vrstvy 2μm
- rychlost posuvu orovnávacího kotouče při orovnávání $150 mm \cdot min^{-1}$
- posuv přítlačného kotouče do řezu (viz tab. 5.4 str. 37)

Po tomto nastavení stroje se začalo brousit. V tomto průběhu broušení se destičky a brusný kotouč kontrolovaly. Kontroly probíhaly vždy po stejném množství nabroušených destiček (po 1,3, 20, 50, 100, 150, 200, 250 kusech).

Kontrolovala se řezná hrana břitové destičky, vydroleniny, vyštípání, defekty na hřbetní ploše VBD. U kotoučů, které po nabroušení několika kusů nesplnily parametry břitové destičky, se začaly měnit parametry broušení,

(zvyšovaly se rychlosti brusného i přítlačného kotouče, tloušťka odebírané vrstvy, posunutí lišty z důvodu vibrací kotouče, změna směru otáčení kotouče, atd.). Po přeměně těchto parametrů se začalo znovu brousit a měřit. U kotoučů se měřilo opotřebení kotouče v závislosti na broušení, také počet orovnávání kotouče v závislosti na profilu vybroušených břitových destiček.

Z tohoto testování vyšlo najevo, že pro broušení RCGS břitových destiček jsou vyhovující pouze dva testované kotouče z mnoha. První kotouč byl od firmy Winterthur Technology Group, a druhý kotouč od firmy Wendt.

Kotouč od firmy Winterthur Technology Group

Označení kotouče a jeho vlastnosti:

3D46 R15AVPKG – X1C150/12/4/A

- brusný kotouč s keramickou vazbou
- interval orovnávání kotouče je po 250 VBD
- parametry nastavení pro broušení standardní
- rychlost otáčení brusného kotouče 50 $m \cdot s^{-1}$
- měkká struktura brusné vrstvy brusného kotouče

Použitím tohoto brusného kotouče se nezaznamenaly žádné větší defekty nebo poruchy na břitové destičce, které by nesplňovaly výkresovou dokumentaci. Destičky se nemusí tak často proměřovat. Počet cyklů mezi orovnáním kotouče je velmi vysoký. Díky tomuto kotouči se snížily náklady na broušení RCGS destiček a také přibyla úspory materiálu.

Kotouč od firmy Wendt

Označení kotouče a jeho vlastnosti

200 – 6,5 – 50 – MD25 – K125D51

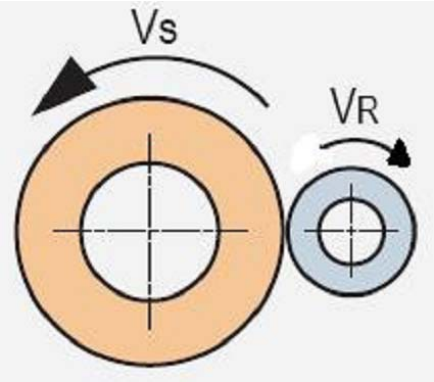
- brusný kotouč s keramickou vazbou
- interval orovnávání kotouče je po 150 VBD
- minimální ztráta profilu na kotouči

Po broušení tímto kotoučem nedocházelo k poškození břitové destičky, téměř žádné vydroleniny, kvalitní řezná hrany destičky a vysoká čistota RCGS destiček. Tento kotouč je pro broušení RCGS břitových destiček vyhovující. Ale i přesto tento kotouč bude dále testován.

5.4 Návrh metody na orovnávání brusného kotouče

Tab. 5.3 Šířky orovnávacích kotoučů v závislosti na typu břitové destičky

Označení břitové destičky	Šířka orovnávacího kotouče
RCGS 1,5	0,8 mm
RCGS 2	0,8 mm
RCGS 3	1,2 mm
RCGS 4	1,2 mm



Obr. 5.12 Směr otáčení kotouče při orovnávání
(zleva brusný, zprava orovnávací kotouč)

Orovnávání kotouče se používá z důvodu ztráty profilu na brusném kotouči z důvodu měkké brusné vrstvy brusného kotouče a k jeho naostření. K tomu slouží orovnávací kotouč, který má kovovou vazbu a má ručně vsazované diamanty.

Po orovnání je kotouč naostřen, nehází a má správný profil pro další broušení.

Výhodou u broušení na bezhroté brusce je, že vřeteno orovnávacího kotouče je zabudováno přímo ve stroji. Dochází tak ke zkracování časů na vyjmutí brusného kotouče a jeho orovnání mimo stroj. Odstraní se také vyrovnávání kotouče z důvodu házení po zpětném nasazení kotouče do brusky. Tento způsob orovnávání přímo na stroji lze pouze u brusných kotoučů s keramickou vazbou. Brusné kotouče s kovovou vazbu nelze orovnávat kotoučem s ručně vsazenými diamanty, neboť se při tomto procesu brusný kotouč maže a začne poskakovat. Tyto kotouče se musí vyjmout z brusky a orovnávat vyjiskřováním nebo natlačováním.

Vyjiskřování je elektroerozivní způsob orovnání brusného kotouče a nelze použít u brusných kotoučů s kovovou vazbou, které mají ve struktuře zvýšený obsah cínu.

Natlačování se provádí tak, že brusný kotouč je tlačen proti kotouči s negativním profilem. Tento kotouč narušuje na brusném kotouči tenkou vrstvu, která se dále odstraní stěrkou.

Proto navrhuji orovnávací kotouč s kovovou vazbou, aby se brusný kotouč mohl orovnávat přímo na stroji Agathon 150 SL 30 CNC.

Obr. 5.13 Ukázka orovnávacího kotouče

Rychlost orovnávacího kotouče je závislá na rychlosti otáčení brusného kotouče při orovnávání a výrobce uvádí poměr 0,6 x 20m·s^{-1}. Hloubka úběru brusného kotouče při orovnávání činí 2μm.

5.5 Kvalita řezné hrany

Kvalita řezné hrany je důležitým aspektem při obrábění břitovou destičkou. Spočívá v zaoblení – rektifikaci řezné hrany. Není vždy jednoduché navrhnout zaoblení řezné hrany destičky. Destičky musí projít nejprve testováním, aby se dalo zjistit optimální velikost zaoblení řezné hrany na břitové destičce. Provádí se to tak, že se u několika břitových destiček provede jiná rektifikace řezné hrany. Tyto destičky jsou zavedeny do procesu obrábění a zkoumá se chování destičky, životnost, kvalita obrobené plochy, řezivost břitové destičky atd. Podle těchto výsledků z obrábění se navrhuje optimální velikost zaoblení řezné hrany. Výsledky testování řezné hrany jsou uvedeny v závislosti na hloubce odebírané třísky ap [mm]. Problémy, které vznikají při broušení RCGS destiček jsou v přílohách (7 až 13).

Výsledky testování břitové destičky v obrábění:

Čím větší zaoblení řezné hrany na břitové destičce, tím větší trvanlivost řezné hrany destičky a možnost odebírání větších třísek při samotném obrábění, větší životnost destičky a větší eliminace vyštípání řezné hrany na destičce. Ovšem nevyhovujícím aspektem je horší kvalita povrchu materiálu a vznik většího chvění obrobku při obrábění.

Čím menší zaoblení řezné hrany na břitové destičce, tím lepší kvalita povrchu materiálu při obrábění, větší řezivost břitové destičky. Nevyhovujícím aspektem je krácení životnosti břitové destičky.

Kvůli těmto výsledkům, které nám přinášejí klady i zápory se musí najít a vyzkoušet vhodná varianta velikosti zaoblení řezné hrany na břitové destičce.

Při dosažení optimálních výsledků se může provádět rektifikace. Na tu má největší vliv brusný kotouč. Z praxe, kterou jsem měl v podniku, vím, že brusný kotouč by měl obsahovat menší brusná zrna. Tyto zrna sníží velikost oštípání, dochází k méně agresivnímu řezání, ale nevýhodou je delší čas broušení.

Vznikají defekty na hřbetu břitové destičky. Defekty by neměly překročit hranici 15μm. Jsou znázorněny v příloze číslo 7.

5.6 Stabilita brusného procesu

Stabilita brusného procesu závisí na správné volbě brusného kotouče, orovnávacího kotouče, přítlačného kotouče a vyklonění opěrného pravítka. Brusný kotouč musí být přesně orovnaný k broušení profilu RCGS vyměnitelných břitových destiček. Musí být nastaveny vhodné otáčky kotouče.

Orovnávací kotouč musí splňovat požadavky, které nám umožňují orovnávání brusného kotouče tak, aby kotouč neházel a měl správný tvar pro broušení. Také tento kotouč musí mít správně nastavenou rychlost otáčení.

Podávací kotouč se taktéž profiluje s jediným rozdílem, že místo dvou přechodových rádiů se na kotouči vybrousí zkosení. U tohoto kotouče se kromě nastavení vhodných otáček, musí také nastavit posun, aby zajišťoval dobrou rychlost otáčení a dobrý přísun břitové destičky v samotném procesu broušení.

Opěrné pravítko je profilováno tak, aby přidržovalo destičku nad osou otáčení brusného a přítlačného kotouče. Úhel vyklonění vybroušeného profilu na pravítku je 30°. Tento úhel můžeme měnit v závislosti na rychlosti otáčení kotoučů. Musí zajistit, aby destička nevyskakovala z místa broušení nebo aby naopak nedocházelo k velkému tření břitové destičky s brusným kotoučem. Po zkouškách změny tohoto úhlu, vyšlo najevo že nevhodnější úhel naklonění profilu na opěrném pravítku bude 35°.

Při dodržení všech těchto bodů je stabilita brusného procesu téměř zajištěna. Brusný proces je stabilní a vykazuje nejlepší výsledky při broušení RCGS vyměnitelných břitových destiček a nejmenší zmetkovitost.

5.7 Optimální řezné podmínky a vliv na kvalitu výrobku

Jak jsem se již zmiňoval bylo složitým úkolem najít vhodné kotouče pro broušení RCGS břitových destiček na bezhroté brusce. Ale mnohem složitějším úkolem bylo pro tyto kotouče nalézt vhodné řezné podmínky, aby broušená RCGS břitová destička vyhovovala výkresové dokumentaci. Bylo vyzkoušeno mnoho brusných kotoučů a na nich vyzkoušeny různé rychlosti otáčení. Nejvhodnější rychlost brusného kotouče byla $55 m \cdot s^{-1}$, která nám zajišťovala co nejlepší broušení a také co nejdelší dobu zachování profilu na brusném kotouči.

Rychlost orovnávacího kotouče, který byl navrhnut pro orovnávání brusného kotouče přímo na stroji Agathon 150 SL 30 CNC, byla po dlouhých zkouškách 0,6 x větší než rychlost brusného kotouče při orovnávání. Rychlost brusného kotouče při orovnávání byla výrobcem navrhnuta na $20 m \cdot s^{-1}$. Tato rychlost kotouče při orovnávání byla schválena jako vyhovující. Čili rychlost orovnávacího kotouče je $12 m \cdot s^{-1}$.

Rychlost přítlačného kotouče při samotném broušení je opět po dlouhých zkouškách zvolená $30 m \cdot min^{-1}$. Přítlačný kotouč také vykonává přímočarý vratný pohyb, který je znázorněn v tab. 5.4.

Tab. 5.4 Velikost posuvů přítlačného kotouče

Poloha	Rychlost posuvu	Operace	Přísun
Poloha 1	$20\ mm \cdot s^{-1}$	Najíždění	11 mm
Poloha 2	$2\ mm \cdot s^{-1}$	Začátek broušení	6,9 mm
Poloha 3	$0{,}035\ mm \cdot s^{-1}$	Hrubování	0,5 mm
Poloha 4	$0{,}025\ mm \cdot s^{-1}$	Odebírání menší vrstvy	0,05 mm
Poloha 5	$0{,}008\ mm \cdot s^{-1}$	Dokončování	0,008 mm

5.8 Produktivita brusného procesu s ohledem na kvalitativní normy

Produktivita brusného procesu nejvíce závisí na volbě brusného kotouče a na jeho profilování. Od brusného kotouče se očekává, aby nabrousil co nejvíce RCGS břitových destiček než bude orovnán. Po nabroušení nesmějí vznikat žádné vady na řezné hraně břitové destičky. Čím menší počet orovnávacích cyklů brusného kotouče, tím větší bude produktivita práce. Tato produktivita se může také zvětšovat zvýšením rychlosti brusného kotouče. Tento kotouč se chová tvrději a udrží si déle svůj profil než je orovnán.

Kvalitativní normy břitových destiček jsou dány výkresovou dokumentací, která se za všech okolností musí dodržet.

Technická dokumentace

Technická dokumentace je uvedena v příloze 1, 2, 3, 4. Jsou zde uvedeny výkresy vyměnitelných břitových destiček s uvářečem třísky 46 a s utvářečem PS. Dále výkres brusného, orovnávacího kotouče a 3D modely břitových destiček s oběma utvářeči třísky.

Od svého odborného asistenta ve firmě Pramet Tools, jsem dostal náčrty a po dalším proměření jsem mohl vytvořit výkresy.

Výkresy dvou vyměnitelných břitových destiček, orovnávacího kotouče a brusného kotouče jsem vytvořil v programu Autodesk AutoCAD 2009.

V dalších dvou přílohách je 3D model VBD destiček s oběma utvářeči třísky, který byl vytvořen v programu Autodesk Inventor 2005.

Na výkrese v příloze číslo 1 je nakreslena břitová destička s utvářečem třísky 46 a dále zde můžeme vidět zvětšený detail utvářeče třísky. Pro lepší znázornění VBD RCGS je zde vložen i 3D model této destičky.

Na výkrese v příloze číslo 2 je stejně jako v příloze dvě nakreslena břitová destičky jen s jiným utvářečem třísky a to s utvářečem PS.

V příloze číslo 3 je nakreslen brusný kotouč ve dvou pohledech a detail profilu kotouče orovnaného na broušení profilu RCGS břitové destičky.

V příloze číslo 4 je nakreslen orovnávací kotouč ve dvou podhledech a zvětšený detail uchycení diamantového orovnávače v tělese orovnávacího kotouče.

V příloze číslo 5 je znázorněn 3D model vyměnitelné břitové destičky s utvářečem třísky 46.

V příloze číslo 6 je znázorněn 3D model vyměnitelné břitové destičky s utvářečem třísky PS.

Ekonomické zhodnocení

V dnešní době je ve firmě Pramet Tools s.r.o. broušeno 9300 ks RCGS vyměnitelných břitových destiček během jednoho pracovního týdne. Dnešní počet vyrobených nekvalitních břitových destiček činí (vyjádřeno v procentech) asi 15% z celkového počtu těchto břitových destiček.

Před několika lety, když byla zahájena výroba RCGS vyměnitelných břitových destiček byla zmetkovitost této výroby asi 70%. Při této zmetkovitosti by se nabrousilo jen 2940 ks za týden.

Měnila se cena energie, dopravy, cena materiálu na výrobu RCGS destiček, ale procenty vyjádřeno v dnešní době při správné volbě brusného, orovnávacího a podávacího kotouče činí úspora 55%. Úspory se netýkají jen financí, ale také úspory materiálu, ale i lidské práce a času při broušení RCGS destiček.

Musíme také počítat s náklady na kotouče potřebné k broušení RCGS břitových destiček. Tyto kotouče jsou z různých firem a stále se jejich kvalita a cena zvyšuje. Průměrná cena brusného kotouče je 50 000 kč, průměrná cena orovnávacího kotouče je 15 000 kč a cena podávacího kotouče činí asi 200 kč.

Při těchto průměrných cenách kotoučů a dalších nákladů na broušení RCGS destiček nelze přesně vyjádřit finanční úsporu při technologii broušení na bezhroté brusce Agathon 150 SL 30 CNC.

Závěr

Cílem této diplomové práce bylo navrhnout nejlepší a nevhodnější metodu broušení profilu RCGS vyměnitelných břitových destiček.

Vzhledem k velikostem břitových destiček a k jejich upnutí na brusku je nejvhodnější metoda bezhroté broušení zapichovacím způsobem. Ve firmě Pramet tools mají pro bezhroté broušení stroj Agathon 150 SL 30 CNC. Je to číslicově řízený stroj, který má navíc vřeteno pro upnutí orovnávacího kotouče.

Pro tento stroj bylo důležité navrhnout kotouče a opěrné pravítko potřebné k broušení RCGS břitových destiček.

Po návštěvách ve firmě a po konzultacích s mým odborným poradcem jsem dospěl k několika závěrům.

Nejvhodnější brusný kotouč je od firmy Winterthur Technology Group a od firmy Wendt.

Kotouč od firmy Winterthur Technology Group, má keramickou vazbu, po dlouhodobých zkouškách byla určena rychlost otáčení kotouče $50 m \cdot s^{-1}$. Tato rychlost nejvíce vyhovovala brusnému procesu a orovnávací cykly byly po 250 nabroušených břitových RCGS destičkách. Výhodou kotouče je, že na řezné hraně destičky nevznikaly defekty nebo vydroleniny.

Kotouč od firmy Wendt, má taktéž keramickou vazbu, rychlost otáčení kotouče je $55 m \cdot s^{-1}$. Orovnávání kotouče se provádělo po 150 nabroušených destičkách. Nevznikaly téměř žádné vydroleniny a defekty na řezné hraně destičky. Tento kotouč je stále ještě testován, neboť nebyly vyzkoušeny všechny možné varianty broušení.

Dále se musel zvolit orovnávací kotouč. Nejvíce vyhovoval kotouč, který má kovovou vazbu s ručně vsazovanými diamanty. Rychlost otáčení kotouče při orovnávání je $12 m \cdot s^{-1}$. Tento kotouč byl nejvhodnější pro orovnávání již zmíněných brusných kotoučů.

U podávacího kotouče je rychlost otáčení $30 m \cdot s^{-1}$. Tato rychlost je důležitá pro rychlost otáčení břitové destičky při samotném broušení. Kotouč je z gumy a písku, čili je měkký a destičku nijak nepoškozuje.

Důležité je i opěrné pravítko nebo spíše profil, který je na pravítku vybroušen tak, aby co nejlépe přidržoval RCGS břitovou destičku v procesu broušení.

Jelikož jde výroba těchto kotoučů stále dopředu a vyvíjejí se stále lepší a kvalitnější kotouče, závěry popsané v této práci jsou aktuální pro firmu Pramet.

I když procesy pro naleznutí co nejlepší varianty broušení jsou zdlouhavé, myslím si že i nadále budou testovány další a další kotouče, které by splňovaly požadavky kladené na kvalitu RCGS vyměnitelných břitových destiček.

Seznam použité literatury

[1] Pramet Tools s.r.o. Firma pramet Tools s.r.o. [online] [cit. 5.3.2009.14.55 CET], Dostupné na WWW: <http://www.pramet.com/>

[2] User's Documentation 150 SL 30 CNC, AGATHON AG, Solothurn 2006

[3] Brusné nástroje – diamantové [online] [cit. 1.4.2009.17:05 CET], Dostupné na www: < http://www.vtn.cz/ >

Seznam příloh

Seznam příloh je uveden na přiloženém CD

Příloha č. 1 – Výkres RCGS VBD s utvářečem třísky 46 ve formátu dwg. programu Autodesk AutoCAD 2009.

Příloha č. 2 – Výkres RCGS VBD s utvářečem třísky PS ve formátu dwg. programu Autodesk AutoCAD 2009.

Příloha č. 3 – Výkres brusného kotouče na broušení RCGS VBD ve formátu dwg. programu Autodesk AutoCAD 2009.

Příloha č. 4 – Výkres orovnávacího kotouče ve formátu dwg. programu Autodesk AutoCAD 2009.

Příloha č. 5 – 3D model RCGS VBD s utvářečem třísky 46 ve formátu ipt. programu Autodesk Inventor 2005.

Příloha č. 6 – 3D model RCGS VBD s utvářečem třísky PS ve formátu ipt. programu Autodesk Inventor 2005.

Příloha č. 7 – Defekt, který vzniká při broušení RCGS VBD ve formátu dwg. programu Autodesk AutoCAD 2009.µm

Příloha č. 8 – Fotografie vyštípání řezné hrany na RCGS vyměnitelné břitové destičce.

Příloha č. 9 – Fotografie - Vytrhaný materiál na řezné hraně RCGS VBD.

Příloha č. 10 – Fotografie - Křivá fazetka na RCGS břitové destičce.

Příloha č. 11 – Fotografie – Skvrny na čele RCGS VBD.

Příloha č. 12 – Fotografie - Defekty na řezné hraně a skvrny na čele RCGS VBD.

Příloha č. 13 – Fotografie – Vydroleniny a skvrny na čele RCGS VBD.

Příloha č.5

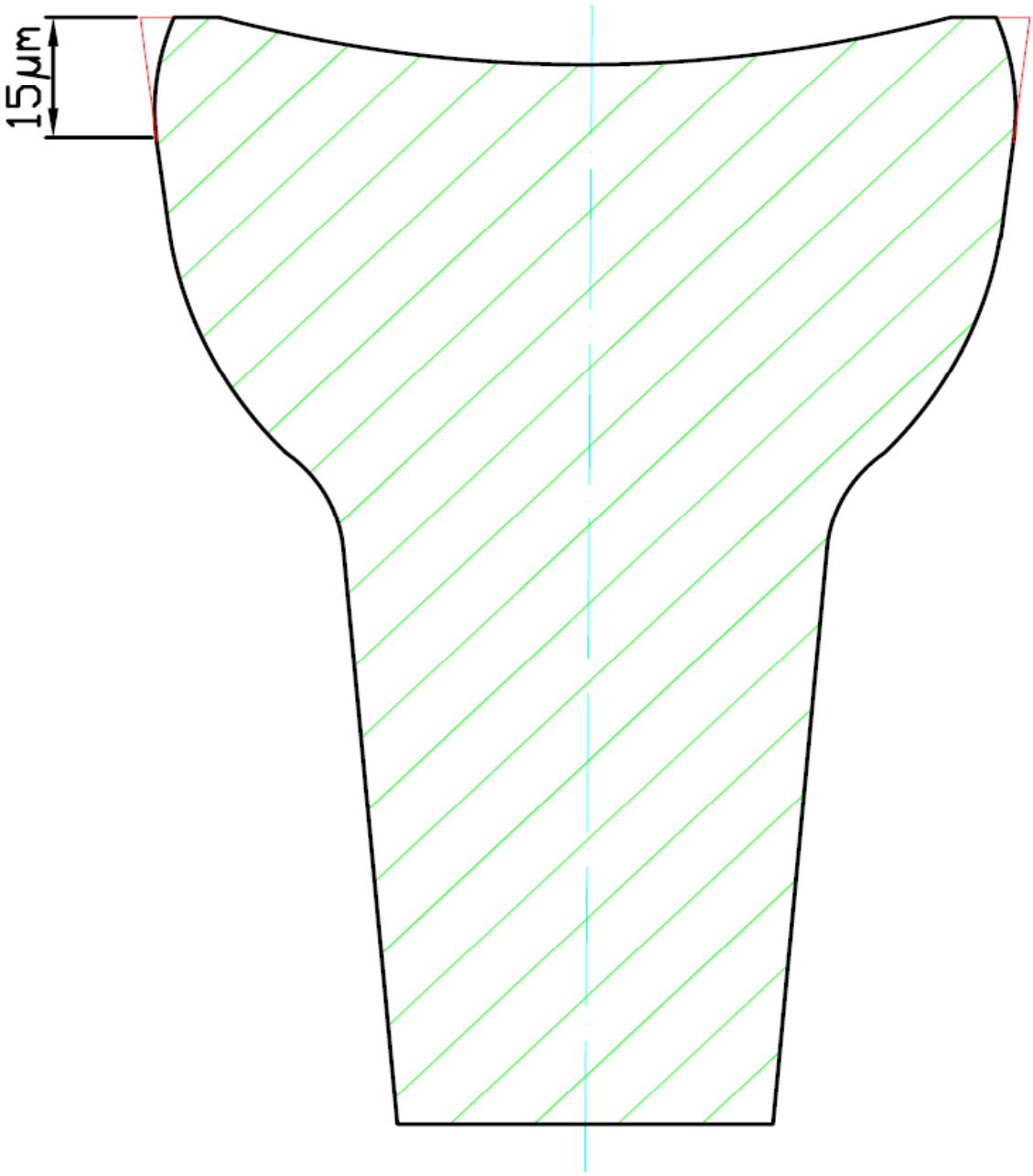
3D model RCGS vyměnitelná břitová destička s utvářečem třísky 46.

Příloha č.6

3D model RCGS VBD s utvářečem třísky PS.

Příloha č.7

Defekt, který vzniká při broušení. Do velikosti defektu 25μm se destičky rektifikují. Nad tuto hranici je destička zmetek.

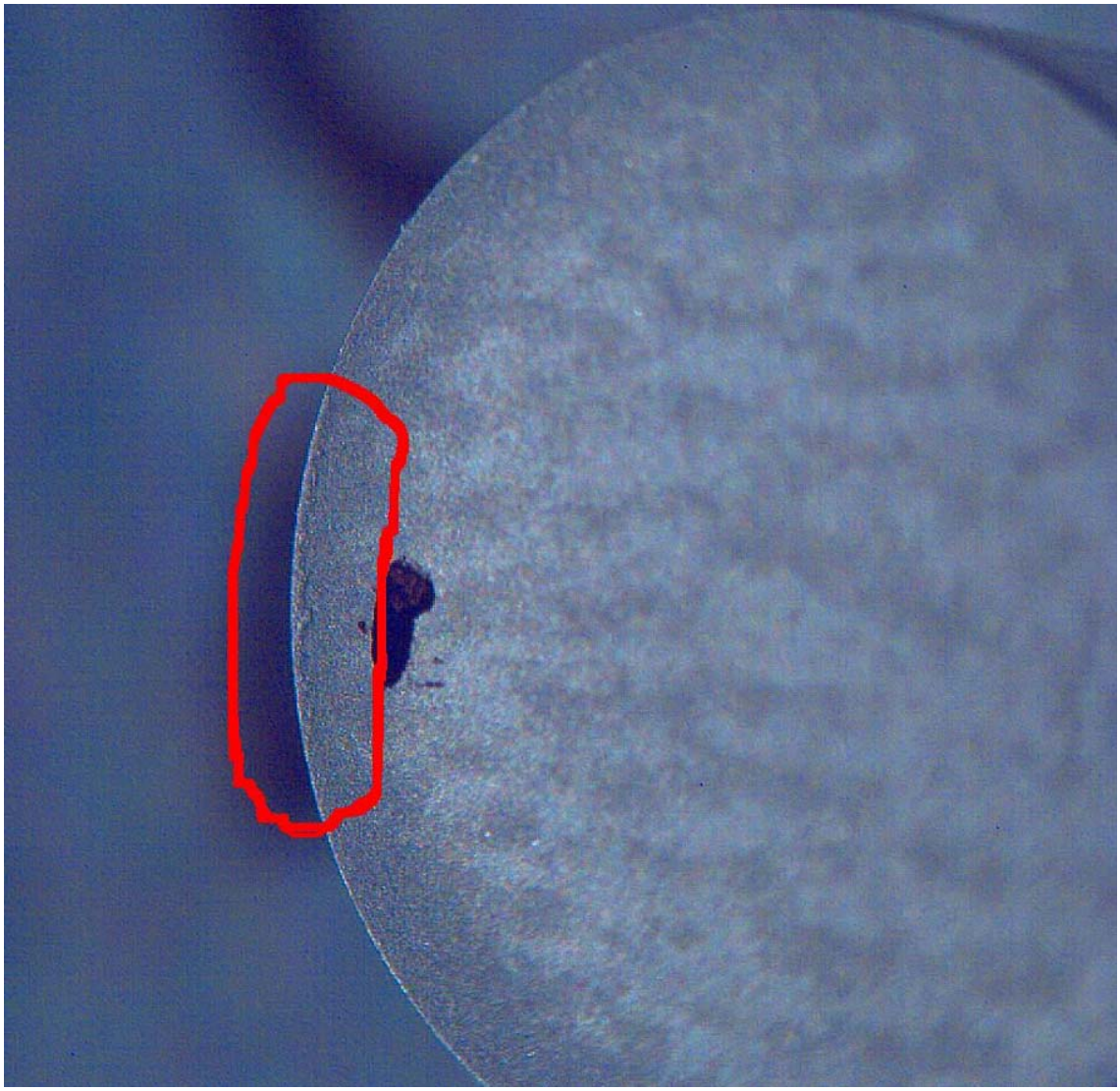


Příloha č.8

Černé skvrny naznačují vyštípání řezné hrany na RCGS vyměnitelné břitové destičce.

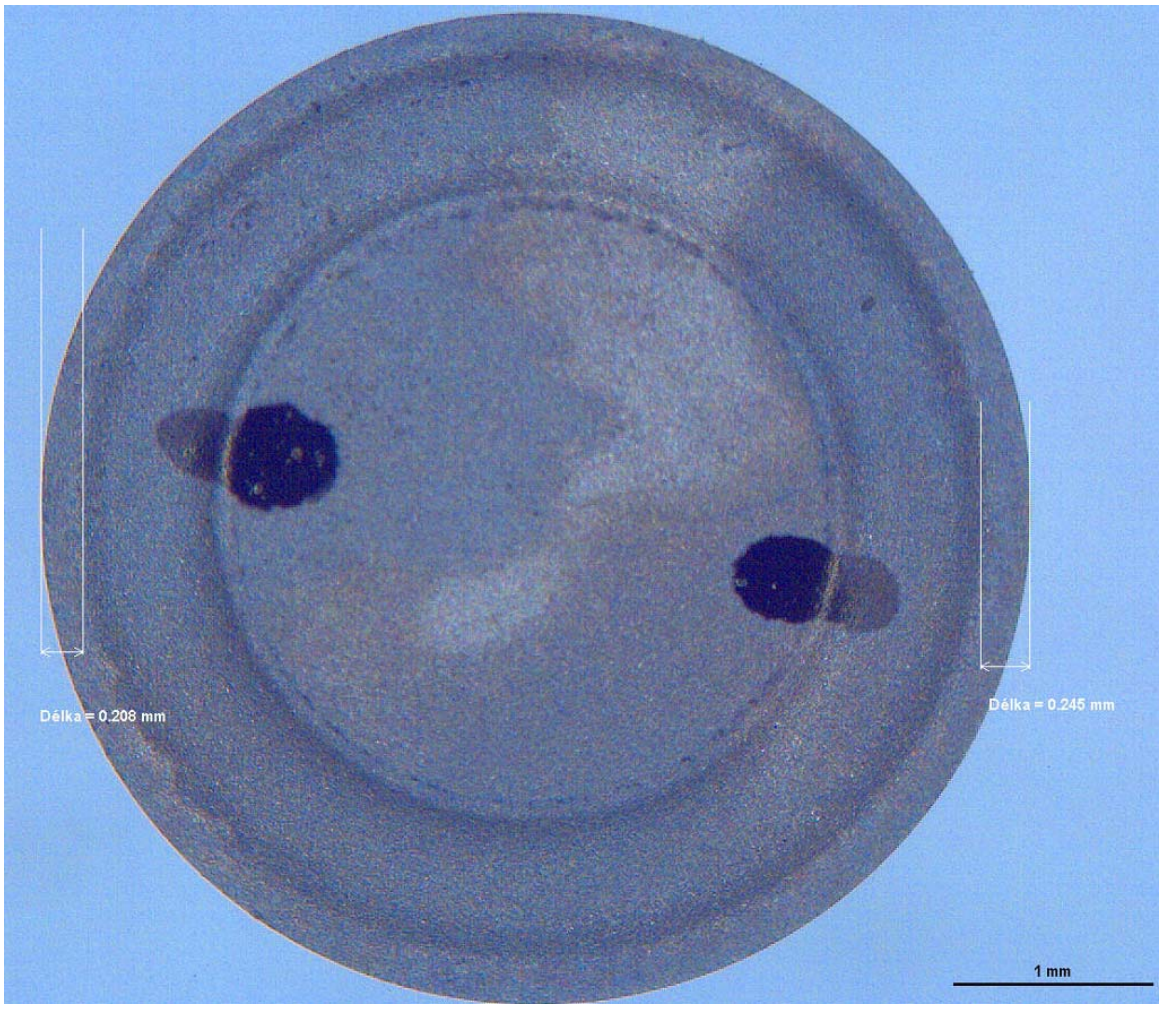
Příloha č.9

Vytrhaný materiál na řezné hraně RCGS VBD.



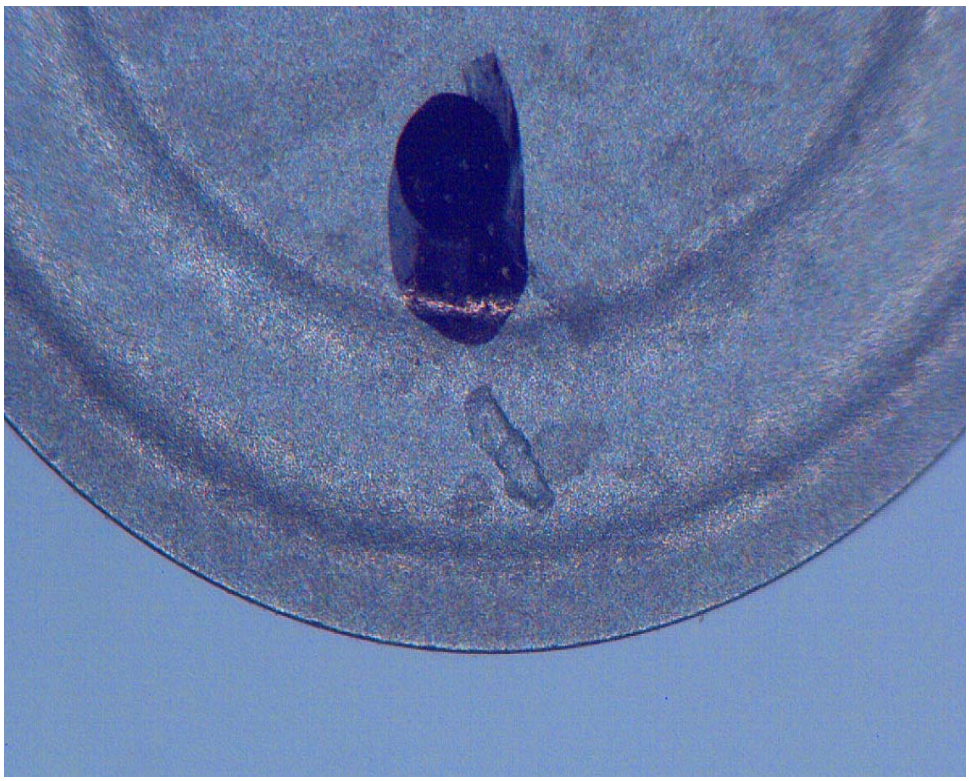
Příloha č.10

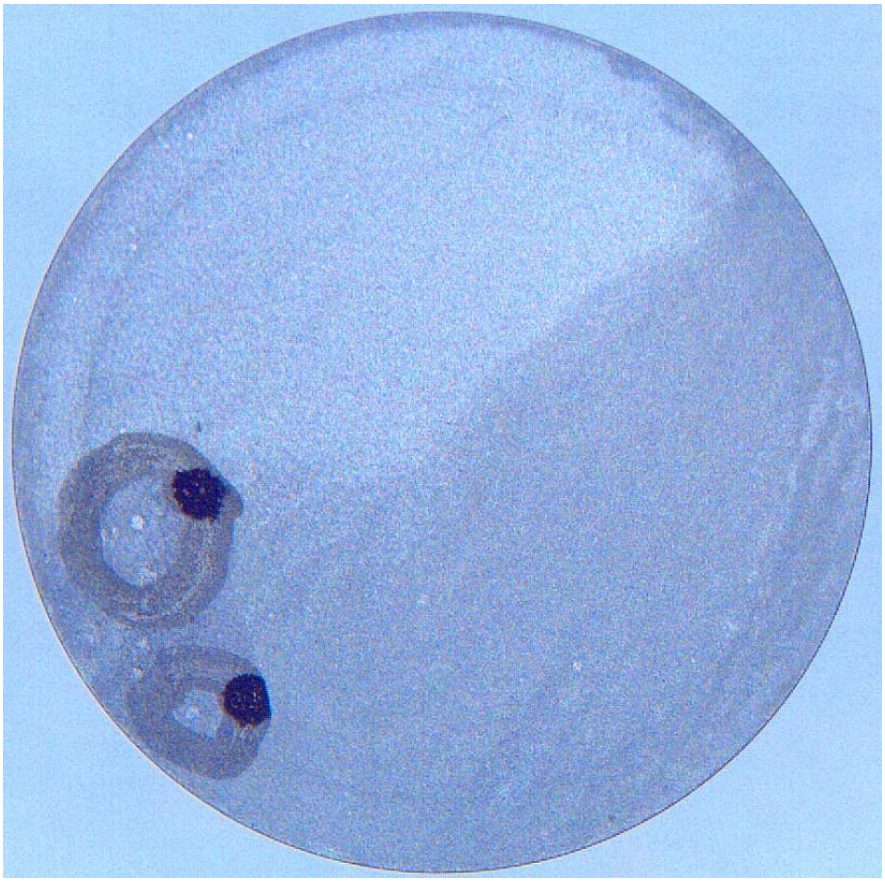
Křivá fazetka na RCGS břitové destičce.



Příloha č.11

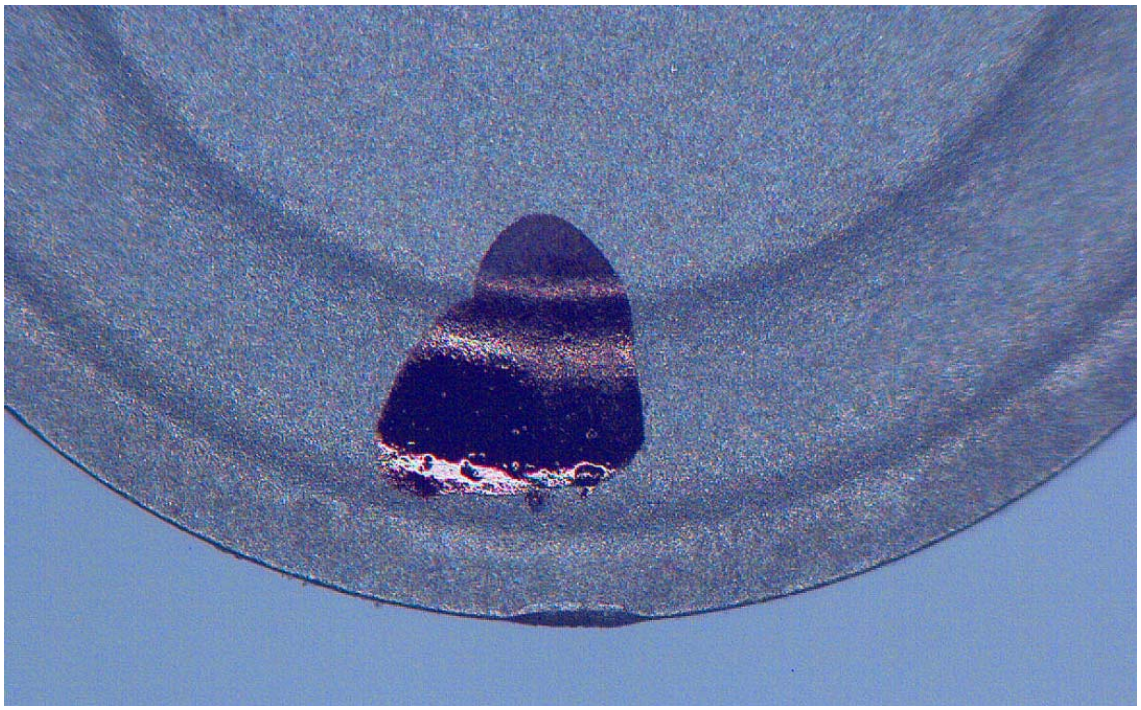
Skvrny na čele RCGS VBD.

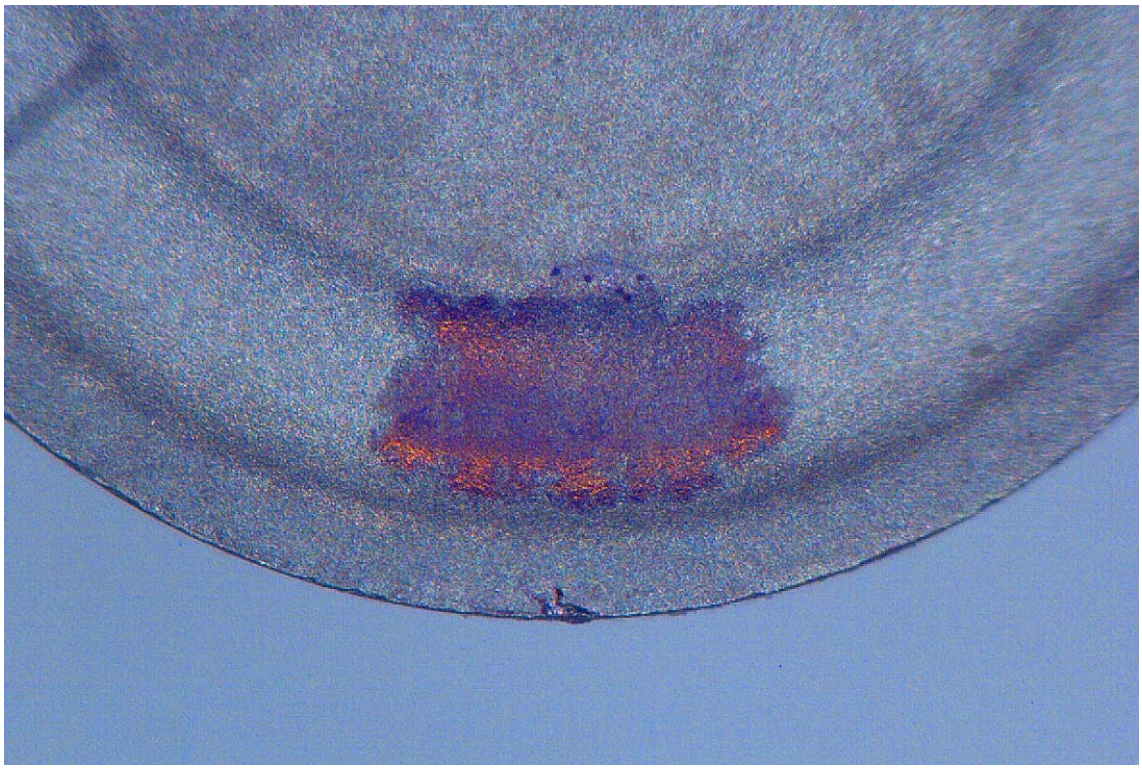




Příloha č.12

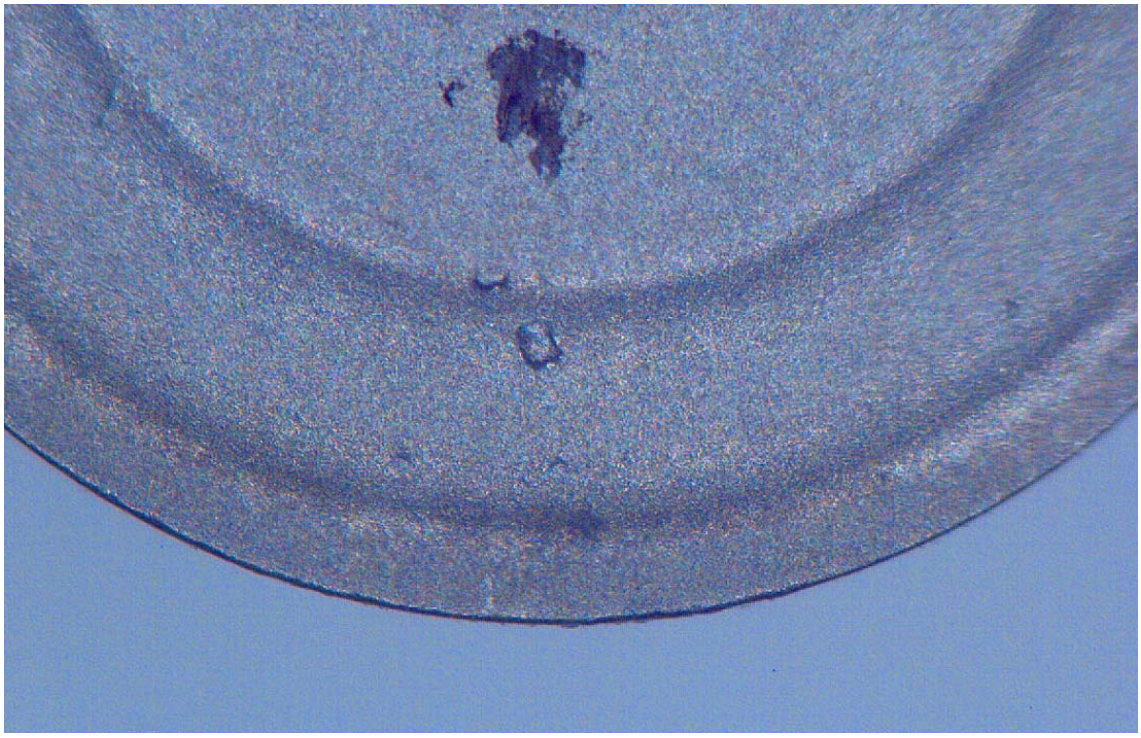
Defekty na řezné hraně a skvrny na čele RCGS VBD.





Příloha č.13

Vydroleniny a skvrny na čele RCGS VBD.



PŘÍLOHY